

Primera experiencia de aula invertida en la Universidad de La Salle: principio de Cavalieri

César Augusto Ibáñez Lara*, Weimar Muñoz Villate**

Resumen

Se pretende iniciar una experiencia de aprendizaje en la Universidad de La Salle aplicando el aula invertida (*flipped room*) para mejorar el aprendizaje de conceptos matemáticos. En este caso puntual, la fórmula del área de una elipse. Como es usual en este tipo de implementaciones didácticas, se les aplican a los estudiantes de manera diferenciada la estrategia de enseñanza aula invertida y de método tradicional a dos cursos elegidos previamente.

Palabras clave: principio de Cavalieri, aula invertida, área de la elipse y la circunferencia.

An Initial Experience with the Flipped Room in Universidad de La Salle: Cavalieri Principle

Abstract

The aim was to initiate a learning experience in Universidad de La Salle that applies the Flipped Room for improving the apprehension of mathematical concepts. In this one-time case used the formula for determining the area of an ellipse. As is usual for this type of teaching tool, the flipped room teaching

* Profesor de planta Universidad de La Salle. caibanez@unisalle.edu.co

** Profesor de planta Universidad de La Salle. wmunoz@unisalle.edu.co

strategy is applied to the students in a differential manner and in a traditional method in two previously selected courses.

Keywords: Cavalieri principle, flipped room, area and circumference of an ellipse.

Introducción

Los profesores de matemáticas en los programas de ingeniería de la Universidad de La Salle manifiestan gran preocupación por el incremento de actitudes pasivas en estudiantes en relación con toma de apuntes, indagación de temas en los que estuvieron ausentes, escasa participación en la clase, visible indiferencia y desánimo al avanzar el semestre, junto con el completo olvido de los temas vistos en cursos anteriores.

La Universidad de La Salle ha presentado planes de mejoramiento para reducir la deserción, como el programa de tutorías, acompañamiento y seguimiento (TAI). Como complemento a estas actividades y esfuerzos del Departamento de Ciencias Básicas se plantea como mejora las actividades con el aula invertida. Se traza así la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo incide el uso de la estrategia didáctica “clase invertida” en el aprendizaje de los conceptos matemáticos?

Estos nuevos paradigmas de la educación universitaria frente a los modelos tradicionales de enseñanza y aprendizaje hacen que la transmisión de saberes matemáticos y las prácticas educativas tengan un viraje en su estructura, siendo necesaria la implementación de métodos de enseñanza que no solo “llenen” la cabeza del estudiante con fórmulas y algoritmos que con frecuencia se olvidan con el paso del tiempo, sino con elementos multimediales, que ofrezcan la oportunidad de diversificar el proceso de aprendizaje, optimizando los tiempos de estudio en el aula de clase presencial, observando de manera focalizada las posibles preguntas y problemas que tenga el estudiante con los temas estudiados; centrándose en los niveles superiores de aprendizaje planteados por Bloom (1956) en su taxonomía, focalizando y privilegiando el aprendizaje significativo y el pensamiento crítico. Además de tener la posibilidad de hacer un seguimiento a las horas de trabajo independiente que plantea la educación por créditos y de brindarles a los estudiantes videos cortos donde recuerden conceptos básicos.

En esta experiencia del principio de Cavalieri se argumenta la importancia de recuperar metodologías de análisis matemático y geométrico (del S. XVII), donde

se priorice la construcción mental y relacional del estudiante, por ejemplo, ¿hasta qué punto conocer el área de un círculo puede ayudar en el cálculo del área de una elipse mediante relaciones geométricas existentes? Más aún, se sabe que la fórmula del área de una elipse se puede hallar en cálculo II mediante una integral por sustitución trigonométrica, y en cálculo III por medio del teorema de Green, pero ¿cómo explicarles esta fórmula a estudiantes de cálculo I que no poseen el conocimiento de integrales? ¿Es posible explicar esta fórmula de manera más sencilla para los estudiantes que ya manejan integrales? La respuesta a estas preguntas es afirmativa y para ello se usó el aula invertida como preámbulo del principio de Cavalieri.

Fundamentación teórica

De acuerdo con Talbert (2014, pp. 361-364): “El aula invertida es un modelo de diseño de curso en el que los alumnos inician el contacto con la nueva información fuera de las clases, y los estudiantes pasan tiempo de clase en actividades sensoriales de alto nivel”. Para Love, Hodge, Grandgenett y Swift (2013, p. 318):

Las ventajas del nuevo modelo incluyen el aprendizaje a su propio ritmo fuera del aula, donde los estudiantes pueden ver los materiales en línea en su propio horario con la frecuencia necesaria, y apoyo de instrucción enfocado dentro del salón de clases, donde tanto el instructor y los compañeros de clase están disponibles para ayudar cuando los estudiantes más lo necesitan.

Los autores y otros investigadores resaltan la relevancia de implementar recursos asociados con el manejo de las nuevas tecnologías, junto con elementos multimediales, los cuales renacen con la denominación *flipped classroom* o aula invertida. Mazur (1991), precursor de la clase invertida conocida como *peer instruction*, indaga sobre la importancia de que los estudiantes lleguen a clase con una lectura previa del tema que se expondrá. En 1988 Manzur usó multimedia en forma de animaciones y videos para facilitar la comprensión de la física. Desarrolló un programa informático para animar a los estudiantes a interactuar con multimedia dentro y fuera de clase. Esta metodología ha sido implementada para abordar conceptos comunes entre diferentes áreas del conocimiento. Por ejemplo, Bravo (2016) efectuó un análisis de los efectos de la aplicación de aula invertida en el aprendizaje de algunos conceptos relacionados con la física y la química.

Por otro lado, Recio, Sáez y Turra (2016) implementaron un curso de aula invertida para ingenieros en la Universidad Católica de Temuco (Chile), donde destacaron algunas preguntas que involucraban definiciones y procedimientos matemáticos en la solución de problemas asociados con el movimiento rectilíneo y caída libre. Asimismo, sugieren preguntas que se vinculen con la descripción de algoritmos matemáticos para resolver problemas de velocidad y aceleración.

En México, un grupo de profesores de la Universidad de Guadalajara aplicó con éxito el método aula invertida en la enseñanza de temas seleccionados de las matemáticas, en este caso álgebra y trigonometría, de acuerdo con un enfoque basado en competencias (Reyes, 2014).

Se resalta la incidencia de los elementos multimediales que junto con guías prácticas complementan los temas tratados en las sesiones de clase. En Colombia, Mosquera (2014) diseña una propuesta didáctica para la enseñanza de sistemas de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas usando el método de aula invertida en la ciudad de Medellín, donde muestra que los estudiantes se involucran más en los procesos de enseñanza-aprendizaje usando este método.

Metodología

El proyecto tuvo la participación de dos grupos: cálculo I y cálculo III, los cuales cuentan con, aproximadamente, treinta estudiantes cada uno. A uno de los grupos en cada asignatura se le denominará grupo experimental (GE) —es decir, aquel al cual se le aplicará la instrucción empleando la clase invertida— y al otro grupo de control (GC), que recibirá una instrucción con métodos tradicionales. Esto con el fin de abordar de manera diferenciada los conceptos que se manejan en cada asignatura.

Es importante decir que en estos cursos la extrapolación del concepto de área y volumen se hace con la generalización de integrales en una variable, dos o tres variables, pero nunca se menciona la relación existente con los indivisibles y las proporciones, conceptos que el estudiante ha examinado desde cálculo 1.

Considerando lo anterior, el enfoque de investigación que se empleará es de tipo cuasiexperimental (Campbell y Stanley, 1995), ya que a pesar de que se cuenta con la organización de un GE y un GC, la selección de los participantes es aleatoria.

El desarrollo de este proyecto tiene cuatro fases: diseño de los módulos virtuales y demás materiales como guías y encuestas; aplicación del método clase invertida al GE y GC; análisis de resultados y divulgación de resultados.

Fase 1. Diseño de los módulos virtuales

Se diseñaron dos módulos virtuales en la plataforma Moodle siguiendo el modelo instruccional ADDI (análisis, diseño, desarrollo e implementación). El primer módulo considera el concepto de área y el segundo el concepto de volumen, incluyendo dos o tres videos explicativos que introducen el concepto de manera geométrica, sin el uso de teoría matemática previa y siempre focalizando la proporcionalidad como factor diferenciador. Dentro de esta fase también se contempla el diseño de actividades de aprendizaje y rúbricas de evaluación diferenciadas sobre los temas vistos en los videos y sus complementos en clase.

En todos los grupos se aplican los mismos instrumentos y criterios de evaluación asociados a los objetivos de aprendizaje de la asignatura.

Fase 2. Aplicación del método clase invertida al grupo experimental y al grupo de control

GE: los estudiantes tienen el reto de abordar la clase a través de materiales educativos y actividades disponibles en la plataforma Moodle (que actuará como vehículo que transporta el aula invertida), los cuales diseñó o seleccionó el grupo docente. Por otro lado, en la clase presencial el profesor fungirá como mediador de los conceptos en los que los estudiantes presentan dificultad. Estos conceptos se identifican con la aplicación de una prueba diagnóstica virtual antes del inicio de cada clase, donde se emplean estrategias didácticas propias de la enseñanza de las ciencias como son la clase activa y la resolución de problemas.

GC: a este grupo se le aplican las estrategias tradicionales de la modalidad presencial basada en la clase magistral: el docente expone las temáticas, resuelve ejercicios a modo de ejemplo y propone otros similares para la solución por parte de los estudiantes.

Fase 3. Análisis de resultados

Se plantea ejecutar un análisis donde se consideren variables de tipo cualitativo y cuantitativo. Para los aspectos cualitativos el docente toma nota de las

particularidades del avance del curso, teniendo en cuenta comentarios sobre los materiales y actividades disponibles en la plataforma. Y frente a lo cuantitativo, se hace un estudio de tipo estadístico comparando las calificaciones obtenidas en las actividades realizadas durante el desarrollo de los cursos en ambos grupos, así como también de los promedios obtenidos al finalizar estos. De igual manera, se efectúa una encuesta de satisfacción respecto al material disponible en el video explicativo y en la clase magistral.

Con el fin de complementar el análisis se hace un cuestionario a los dos grupos, donde se evalúa el uso de las estrategias y herramientas aplicadas en el desarrollo de las temáticas tratadas.

Fase 4. Divulgación de los resultados

A partir de los resultados obtenidos y su análisis se generan unas conclusiones, que serán expuestas a toda la comunidad universitaria en los espacios destinados por la universidad y en los externos que sean de interés de los investigadores. La divulgación no se limitará a los resultados y al uso de las herramientas empleadas, se expondrá el material multimedia educativo elaborado.

Recopilación de datos

Se usarán dos instrumentos para la recopilación de datos que permitan cuantificar la información pertinente, el primero es una pequeña actividad escrita al finalizar la clase magistral, y el segundo una encuesta de satisfacción con respecto al uso del aula invertida.

La primera actividad contendrá preguntas donde más que procesos algorítmicos se privilegie el análisis de una situación geométrica mediante la proporcionalidad o la relación directa con objetos geométricos semejantes, en el caso que ocupa este documento, la elipse. Esta actividad tendrá una duración de máximo treinta minutos, la cual se hará con indicaciones del docente a cargo, con cinco fases de desarrollo. No habrá una calificación cuantitativa tradicional, en cambio, se dejará que el grupo de estudiantes corrija y evalúe al finalizar la prueba (si los resultados son concordantes con el desarrollo de la actividad). Las preguntas se clasificarán en dos estadios:

1. Preguntas de comprensión del video, como nombres de matemáticos que aparecen en el video, y significados de palabras propias del lenguaje matemático. Lo que está contenido en la encuesta de satisfacción.
2. Preguntas de adaptación y análisis matemático con respecto al video y a la clase presencial frente al trabajo con los contenidos matemáticos propios (área de una elipse y un círculo).

Resultados de las pruebas escritas y de la encuesta a satisfacción

El análisis de datos se realizó sobre el (GE) cálculo I, que contó con la colaboración de veinte estudiantes; además se realizó la división sobre la respuesta a la pregunta número 4, la cual menciona: “Si le dieran una opción de elegir entre la clase tradicional y la nueva metodología de aula invertida, ¿cuál elegiría?”. Doce estudiantes seleccionaron el aula tradicional y ocho el aula invertida, con la particularidad de que a la pregunta número 5, los veinte estudiantes escogieron la respuesta Sí a la ayuda audiovisual como herramienta positiva en la comprensión del tema tratado en clase, donde, al conversar luego de la actividad, todos los estudiantes aprobaron el uso del video como herramienta que incentiva el aprendizaje y permite ingresar con una idea de lo que se tratará en el aula de clase.

En la pregunta 6, ocho estudiantes eligieron el aula invertida por sobre la clase tradicional; tan solo tres estudiantes fueron de opinión contraria (para ellos prima la clase tradicional sobre el aula invertida).

A continuación se muestran los resultados obtenidos en el GE para las preguntas 4 a 8:

4. Si le dieran a escoger entre la clase tradicional y la nueva metodología de aula invertida, ¿cuál elegiría?

Aula tradicional	Aula invertida
12 (60 %)	8 (40 %)

5. ¿Cree que la opción de ver un video introductorio antes de la clase hace que su comprensión del tema tratado sea mejor?

Sí	No
20 (100 %)	0

6. ¿Prefiere las clases tradicionales donde el docente expone un tema, para luego hacer ejemplos?

Sí	No
17 (85 %)	3 (15 %)

7. ¿Su actitud frente a la clase tradicional ha cambiado positivamente con el apoyo del video?

Sí	No
19 (95 %)	1 (5 %)

8. ¿El aprendizaje de los temas tratados en clase fue mayor cuando se usó el aula invertida (videos y lecturas cortas) en comparación con el método tradicional?

Sí	No
16 (80 %)	4 (20 %)

Ahora, la misma actividad se realizó en el GC, aunque allí no tuvo igual acogida, ya que algunos estudiantes son indiferentes a los temas tratados en clase.

Conclusiones

Es posible realizar en cada una de las clases una planificación didáctica, con metodología de aula invertida, donde se adapten las actividades relacionando los resultados de aprendizaje esperados con los obtenidos en las posibles pruebas escritas, haciendo hincapié en que cada grupo de estudiantes es diferente.

Además, se evidenció de manera categórica que los estudiantes independientemente de la preferencia por la clase tradicional o la clase con aula invertida optan por ver un video que expone el tema a tratar en la clase presencial, ya que como se evidencia en la pregunta 8, el aprendizaje de los temas en estudiantes fue del 80 % con el uso del aula invertida. Junto con esto se observó la gran acogida del video en la clase, donde los estudiantes manifestaron con agrado la comprensión de forma rápida de los conceptos y metodologías a examinar en la actividad. Esto frente a la misma actividad realizada en el GC, donde los estudiantes presentaron serios inconvenientes en el uso de las proporciones y los procesos aritméticos a seguir para la solución del problema.

También es importante señalar el fuerte incentivo del uso del video en el desarrollo de la clase (GE), pues los estudiantes manifestaban gran interés en la actividad, contrario a la clase tradicional con el GC, en donde la apatía fue la constante y los resultados no fueron los mejores.

La aplicación de esta aula invertida arroja resultados que, aunque sean implementados en grupos reducidos y en una franja de tiempo corta, proporcionan un excelente punto de partida para futuras investigaciones en este campo, y el mejoramiento de las herramientas y actividades a ejecutar posteriormente.

Referencias

- Bravo, F. (2016). Estudio y análisis de los efectos de la aplicación de la clase invertida en el aprendizaje de conceptos de cargas, fuerzas y campos eléctricos en una unidad educativa. Trabajo final de maestría. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Física. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.
- Campbell, D. & Stanley, J. (1995). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Buenos Aires: Amorrortu Editores.
- Love, B., Hodge, A., Grandgenett, N. & Swift, A. (2013). Student learning and perceptions in a flipped linear algebra course international journal of mathematical education in science and technology. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 45(3), 317-324. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/0020739X.2013.822582>
- Mazur, E. (1991). Precursor de las clases invertidas. Disponible en: <http://www.claseinvertida.com/?p=3627>
- Mosquera, W. (2014). Diseño de una propuesta didáctica para la enseñanza de sistema de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas utilizando el método “flipped classroom” o aula invertida. Estudio de caso en el grado noveno de la institución educativa Guadalupe del municipio de Medellín. Trabajo final de maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.
- Recio, G., Sáez, A. & Turra, H. (2016). Implementación del aula invertida en un curso introductorio de física para ingenieros: ganancias de aprendizaje de los estudiantes. XXIX Congreso Chileno en Educación en Ingeniería.
- Reyes, C. (2014). Aula invertida, método eficaz de enseñanza. *Agencia de Noticias UN*. Universidad Nacional de Manizales. Disponible en: <http://www.manizales.unal.edu.co/index.php/noticias/36-ano-2014/4305-aula-invertida-metodo-eficaz-de-ensenanza>

Talbert, R. (2014). Inverting the algebra linear classroom. Student learning and perceptions. *A Flipped Linear Algebra Course*, 24, 361-374.